- ISITMA
- HAVA KOŞULLANDIRMA
- HAVALANDIRMA
- **SU BASINÇLANDIRMA**
- SU ARITIMI
- ENERJİ
- OTOMATİK KONTROL
- BİNA OTOMASYON

- İŞ YÖNETİMİ VE ORGANİZASYON
- MALİYE / FİNANS
- MÜHENDİSLİK GELİŞTİRME
- PAZARLAMA / SATIŞ
- HALKLA İLİŞKİLER / REKLAM
- EĞİTİM
- AR-GE
- KİŞİSEL GELİŞİM
- ÜRETİM
- İHRACAT / İTHALAT
- MÜŞTERİ HİZMETLERİ
- SERVİS HİZMETLERİ

Cüneyt Bulca
Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ş.
Ürün Müdürü
Su Basınçlandırma Sistem ve Ürünleri

Isıtma Sistemlerinde Kullanılan Bağımsız Islak Rotorlu Sirkülasyon Pompalarındaki Teknolojik Değişiklikler ve Enerji Tasarrufuna Etkisi

Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ş.
GOSB – Gebze Organize Sanayı Bölgesi
Şahabettin Bilgisu Cad. 41480
Gebze / KOCAELİ
www.alarko-carrier.com.tr
info@alarko-carrier.com.tr

* Yayın Tarihi: Ekim 2019
* Yayınlanan: V. Enerji Verimliliği Kongresi

ISITMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN BAĞIMSIZ ISLAK ROTORLU SİRKÜLASYON POMPALARINDAKİ TEKNOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER VE ENERJİ TASARRUFUNA ETKİSİ

Emin Cüneyt BULCA, Y.Mak.Mük
Alarko Carrier Sanayi Ticaret A.Ş , Su Basınçlandırma Sistemleri
Ürün Müdürü

ÖZET :

Enerji tasarrufu enerji kaynaklarının korunması ,sera gazlarının azaltılması, sürdürülebilir bir enerji kaynağına ulaşmada en hızlı ve ucuz yol olması ,en az ve bir okadar önemli olarak yeni iş fırsatları sağlaması bakımından oldukça önemli bir konudur. Genel olarak Kabul edilmektedir ki bir ürünün yaşam döngüsü boyunca enerji kullanımı o ürünün tasarım aşamasından güçlü bir şekilde etkilenmektedir.Isıtma sistemlerinde kullanılan ıslak rotorlu bağımsız sirkülasyon pompalarının teknolojik değişimine , genişletilmiş ürün yaklaşımı (EPA) ve verimli bölge yaklaşımı temel teşkil etmiştir. Asıl değişim bu iki yaklaşımı kombine eden Ecodizayn direktifleri/yaklaşımı ile gerçekleşmiştir.Ekodizayn kelimesinin anlamı üretim gerçekleştirilmeden ve ürün pazara sunulmadan once, daha fikir ve tasarım aşamasında ,yaşam boyu tüketeceği enerjiye ve çevreye vereceği etkiye odaklanılmasıdır. Ekodizayn direktifi üreticilerin, üretmiş oldukları ürünlerle yasal olarak pazara sunmak zorunda oldukları performasn kriterlerini belirler.

Genişletilmiş ürün tanımı belirli bir ürünü ifade etmesine rağmen, Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı genişletilmiş ürünün belirli bir enerji seviyesi için tanımlanan metodoloji ve prosedürler olarak ifade edilebilir. Aynı zamanda Genişletilmiş Ürün(EPA) Yaklaşımı ,genişletilmiş ürünün (EP) enerji verim indeksinin (EEI) hesaplanmasında yükleme profile ve control metodunun dahil edildiği bir hesaplama metodolojisidir. Genişletilmiş pompa ürünleri pazarda tümleşik olarak bulunabilirler.Örneğin aynı üreticiden temin edilmiş bir pompa ve dahili değişken hız kontrollüne sahip yada hariç bir motor. Bunlar aynı zamanda farklı üreticilerden temin edilmiş bağımsız üniteler şeklinde de pazarda yer alabilirler. Genişletilmiş ürün yaklaşımının her iki durum içinde genişletilmiş pompa ürünleri için işlemesi zorunludur.

Isıtma sistemlerinde kullanılan bağımsız ıslak rotorlu sirkülasyon pompalarında ekodizayn direktifleri doğrultusunda yapılan teknolojik geliştirmeler sonucunda , eski teknolojiye sahip muaadil pompalara

nazaran enerji tasarrufu açısından oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiş olup, bu bildirinin temelini teşkil edecektir.

Anahtar kelimeler : Bağımsız Islak Rotorlu Sirkülasyon Pompası, Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı , Verimli Bölge Yaklaşımı , Ekodizayn

ABSTRACT :

Energy savings contribute to security of energy supply, greenhouse gas (GHG) emissions reductions, the fast and cheap achievement of a sustainable energy supply, and last but not least, significant job creation. It is generally acknowledged that a products lifetime energy use is strongly influenced at the design phase. The expanded product approach(EPA) and the efficient zone approach are the basis for the technological change of the wer rotor independent circulation pumps used in heating systems. The real change was achieved by the Ecodizayn Drectives/Approach which combineted these two approaches.'Ecodesign' means that there will be a greater focus on lifetime energy use and other environmental aspects during the conception and design phases, before it is manufactured and brought to market. The Ecodesign Directive sets a framework for performance criteria which manufacturers must meet in order to legally bring their product to the market. The EPA is a methodology or procedure which can be used to qualify an extended product for a certain efficiency level, whereas the EP is the actual product. At the same time, EPA is
a methodology to calculate the Energy Efficiency Index (EEI) of an Extended Product (EP), which incorporates load profiles and control method. Extended pump products are placed on the market as integrated units i.e. a pump, a motor with or without VSD which is supplied by one manufacturer as a complete unit. They are also placed on the market as separated units i.e. where the pump, motor and VSD are separate products supplied by one or more manufacturers. The EPA must be able to handle both integrated and separated extended pump products.
As a result of the technological improvements made in line with the ecodesign directives in the independet wet rotor circulation pumps used in heating systems, succesful results have been optained in terms of energy saving compared to the equivelent pumps of the old technologhy and will form the basis of this decleration.

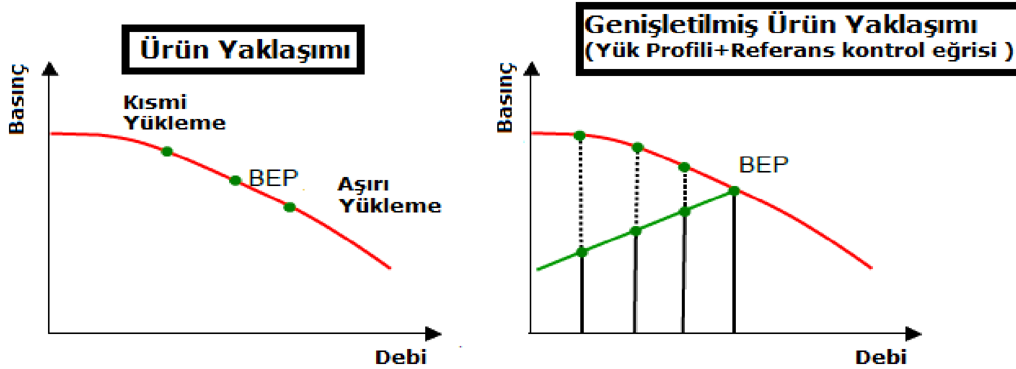
Keywords : Standalone Wet Rotor Circulation Pumps for Heating Systems, Extended Procut Approach , House of efficiency, EcoDesign

Isıtma sistemlerinde kullanılan ıslak rotorlu sirkülasyon pompalarındaki teknolojik gelişmelerin anlaşılabilmesi için , bu gelişmelere temel teşkil eden

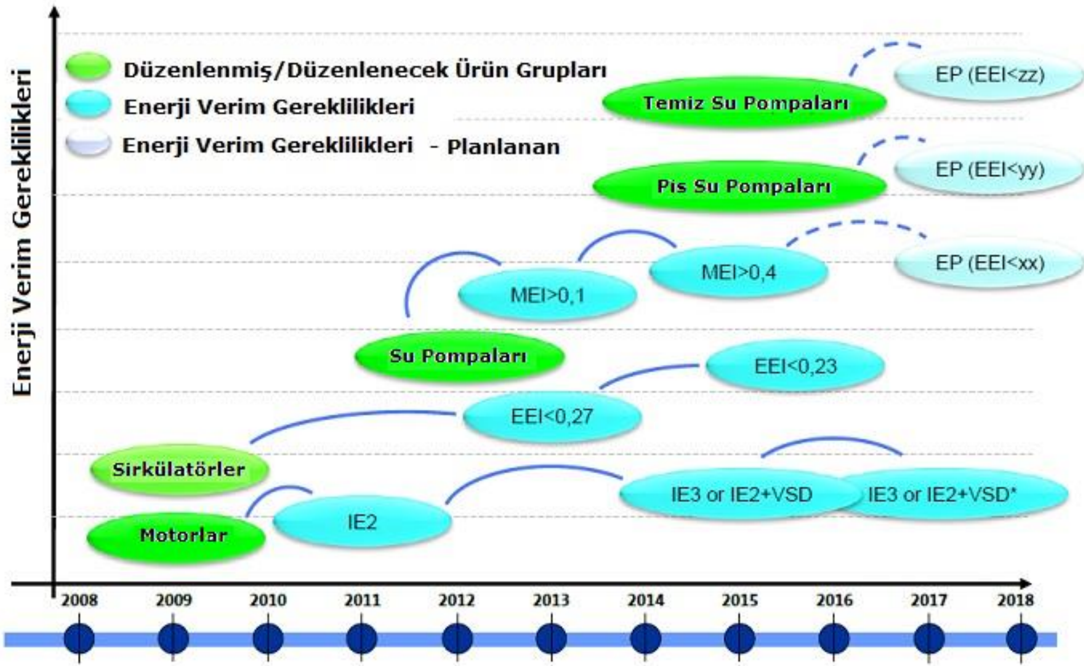
ürün yaklaşımlarındaki değişimlerin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Klasik ürün yaklaşımı (PA – Product Aproach) genellikle tek bir ürünün (pompanın) verimliliğine odaklanırken , Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı temelinde (EPA – Extended Product Aproach) genişletilmiş ürün bulunmaktadır. Pompa sistemleri için EPA nın anlamı pompa , motor, kavrama, yol verme sistemi vs gibi parçaların bir bütünün olarak bir arada düşünülmesidir. Tüm bu çalışmaları sonuçları açısından daha anlamlı kılacak yaklaşım ise Sistem Yaklaşımıdır. (SA- System Aproach) Bu yaklaşımın temelinde de pompa sistemlerinin optimizasyonu bulunmaktadır.



Şekil 2 de ürün yaklaşımı ile genişletilmiş ürün yaklaşımı arasındaki farklılık çok daha net olarak görülmektedir. Ürün yaklaşımında yapılan ölçümlerde pompanın en verimli olduğu nokta dikkate alınırken, genişletilmiş ürün yaklaşımında yükleme profili ve referans kontrol eğrisi üzerinden basınç düşümü de dikkate alınmaktadır.

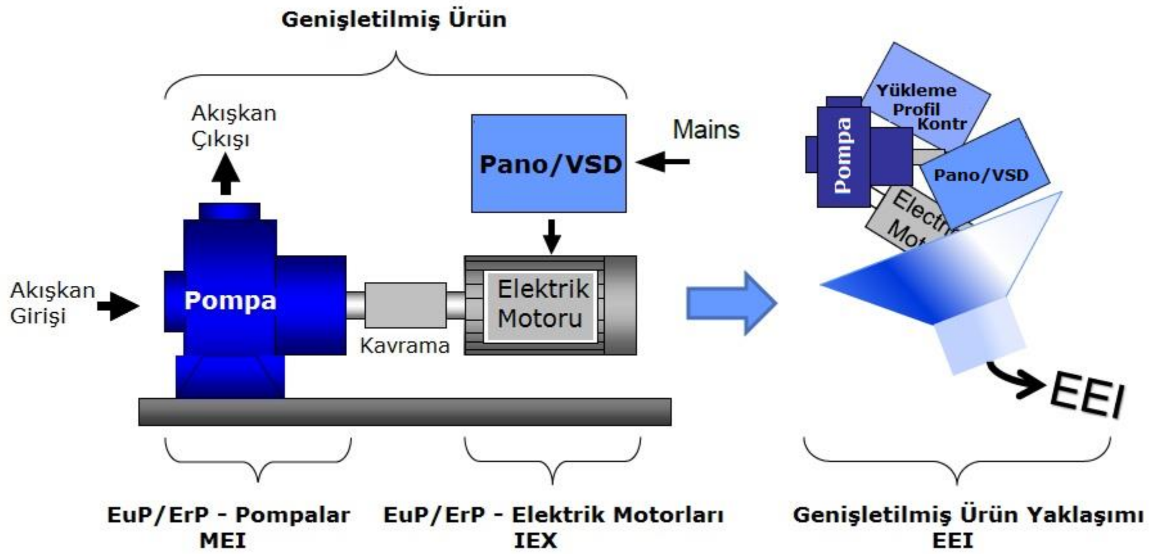


Genişletilmiş ürün yaklaşımı ve bu yaklaşım temelli oluşturulan enerji verim index değerleri ıslak rotorlu sirkülasyon Pompaları için Avrupada **22 Temmuz 2009** tarihinde **(EC) No 641/2009** direktif ile yayınlanmış, ilgili direktifin iyileştirmesi **11 Temmuz 2012** tarihinde **(EU) 622/2012** numarayla ayrıca yayınlanmıştır. Bu direktife parallel direktif Türkiye de **7 Eylül 2010 tarihinde 27222 RG** numarası ile yayınlanmış ve **25 Aralık 2012** tarihinde **28508 RG** no ile revize edilmiştir.Diğer ürün grupları için enerji verim gereklilikleri ve hangi tarihlerde hayata geçirileceğine dair yol haritası şekil 3 te verilmiştir.



Şekil 3 : Pompalarda enerji verim regülasyonları için yol haritası - Avrupa

Genişletilmiş Ürün (EP) pompa ve komponentlerden oluşan fiziksel bir tanım olup, Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı (EPA) Genişletilmiş Ürünün mutlak verim seviyesinin tanımlanmasında kullanılan metot veya prosedür olarak adlandırılabilir.



Şekil 4 : Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı Tanımı

EuP/ErP : Energy Using Product/Energy related Product (Enerji kullanan/ilişkili Ürünler)

MEI : Minimum Efficiency Index (Minimum verim index değeri)

EEI : Energy Efficiency Index (Enerji Verimlilik İndeksi)

Genişletilmiş Ürün tanımında yer alan fiziksel kompanontler pazara üreticiler tarafından genellikle birbirlerine entegre edilmiş olarak sunulurlar. Pompa kaidesi, pompa, kavrama,motor, yolverme panosu, frekans invertörü, vs parçalar genellikle birbirlerine akuple edilmiş olarak satışa sunulmakla birlikte, ayrı ayrı olarak bir veya birden farklı üretici tarafından satışa sunulabilmektedir.

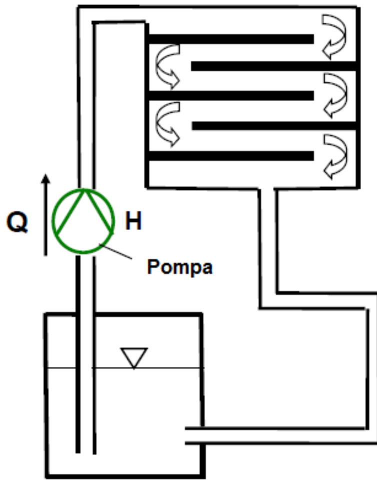
Yükleme Profili ve Referans Kontrol Eğrileri :

Genişletilmiş pompa ürünleri çok farklı uygulamalarda, farklı yükleme profillerinde farklı kontrol metotları ile kullanılmaktadır.Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı metodoloji için bu yükleme ve kontrol metotlarını aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz.

1) Kapalı / Açık Çevrimli Sistemler
2) Sabit / Değişken Akışlı Sistemler

Kapalı Çevrim Değişken Debili Sistemler :

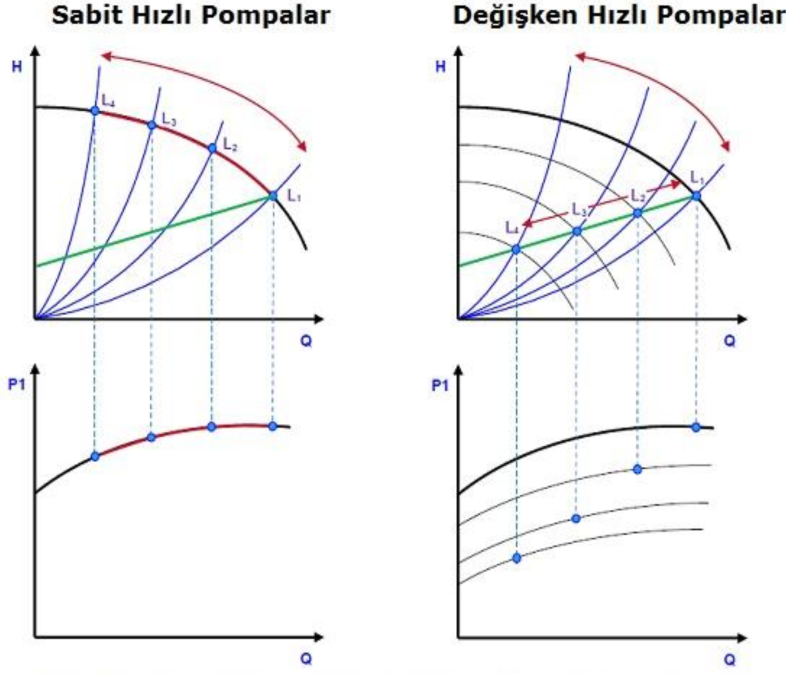
Kapalı çevrimli sistemlerde pompaların temel amacı sistem sürtünme kayıplarını yenmeleri ve vana,fitre gibi fitinkslerin ihtiyacı olacak basınç değerlerini üretmekten ibarettir.En tipik kapalı çevrim ısıtma veya soğutma sistemlerinde kullanılan akışkanın kapalı bir devrede dolaştığı hidrolik sistemlerdir (HVAC Sistemleri) Burdaki pompaların temel görevi enerji kaynağı tarafından üretilen enerjinin emisyon sistemlerinde (Radyatör,fankoil vs) dolaşımını sağlamaktır.Bu sistemlere ait yükleme profile tablo 1 deki gibidir.



	Debi [%]	Zaman [%]
L_1	100	6
L_2	75	15
L_3	50	35
L_4	25	44

Tablo 1 : Kapalı Çevrim Değişken Debili Sistemlerde Yükleme Profili

Bu sistemler için referans control eğrileri Şekil 5 te verilmiştir.

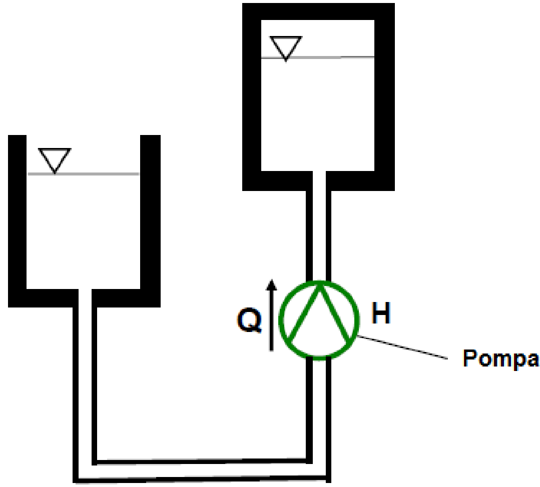


Şekil 5 : Kapalı Çevrim Değişken Akışlı Sistemler İçin Yükleme Noktaları ve kontrol eğrisi

Kapalı Çevrim değişken akışlı sistemlerde kullanılan sabit hızlı veya değişken hızlı pompalar için EEI (Enerji Verim İndex – Energy Eficiency Index) hesabı yukarıdaki referans kontrol eğrisi ve yükleme noktaları dikkate alınarak yapılmaktadır.

Açık Çevrim Değişken Akışlı Sistemler :

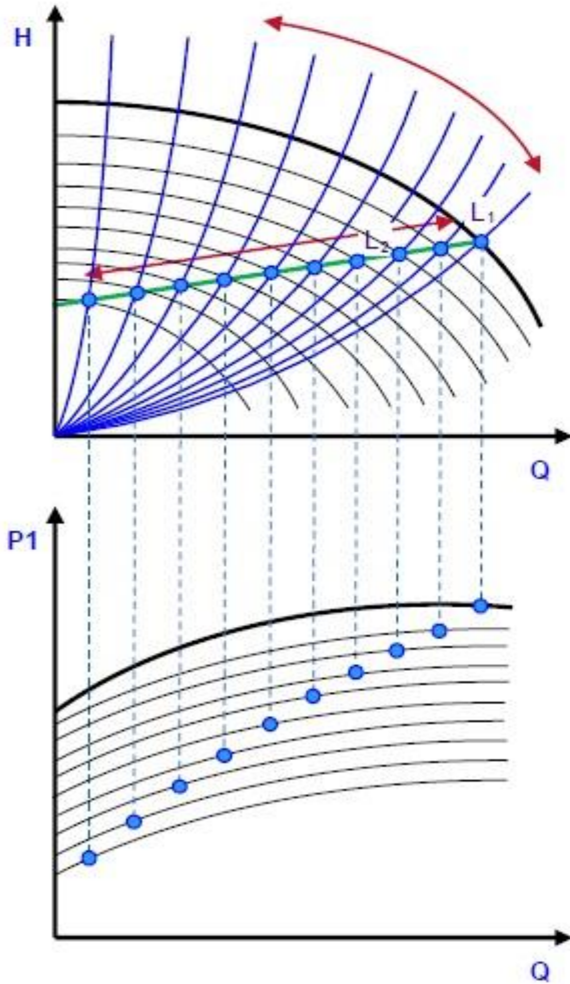
Bu sistemlerde yeralan pompaların temel amacı gerekli olan static basınc ve toplam sürtünme kaybını için gerekli olan enerjiyi üretmektir.Açık çevrimli sistemlere en tipik örnek şehir ve binalara su dağıtım şebekeleri verilebilir. Bu sistemler için tipik yükleme profile Tablo 2 de verilmiştir.



	Debi [%]	Zaman [%]
L_1	100	1
L_2	90	2
L_3	80	3
L_4	70	4
L_5	60	6
L_6	50	12
L_7	40	19
L_8	30	26
L_9	20	21
L_{10}	10	6

Tablo 2 : Açık Çevrim Değişken Debili Sistemlerde Yükleme Profili

Şekil 6'da yukarıdaki yükleme profile ile ilişkili olarak referans kontrol eğrisinin nasıl oluşturulduğu görülmektedir.



Şekil 6 : Açık Çevrim Değişken Debili Sistemler İçin Yükleme Noktaları ve Kontrol Eğrisi

Benzer şekilde Açıkı Çevrim değişken akışlı sistemlerde kullanılan sabit hızlı veya değişken hızlı pompalar için EEI (Enerji Verim İndex – Energy

Eficiency Index) hesabı yukarıdaki referans control eğrisi ve yükleme noktaları dikkate alınarak yapılmaktadır.

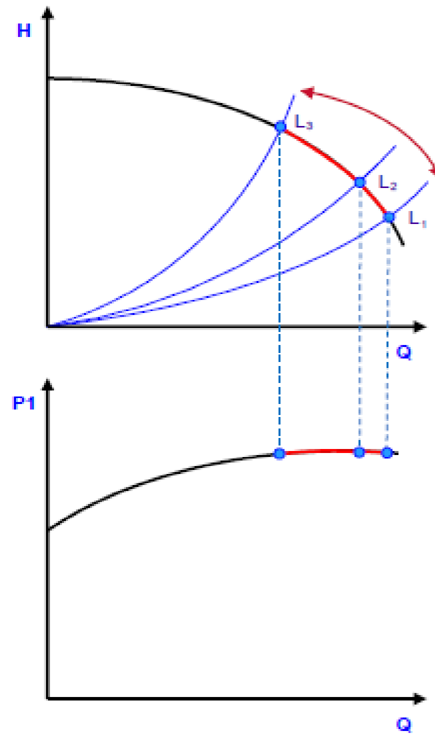
Sabit Debili Sistemler (Acık veya Kapalı Çevrimler İçin):

Sabit debili sistemlerde çalışan pompaların görevi talep edilen debiyi sağlarken kapalı çevrimli sistemlerde sürtünme kayıplarını, açık çevrimli sistemlerde static basınç ve sürtünme kayıplarını karşılamaktır. Açık cevrimli sabit debili sistemlere örnek olarak bir rezarvuardan sabir bir debide akışkanı diğerine transfer eden transfer pompalarının bulunduğu sistemleri gösterebiliriz. Kapalı çevrim sabit debili sistemlere örnek boyler besleme pompalarının yeraldığı boyler sistemleri gösterilebilir. Bu sistemlerde çalışacak pompalar pompanın en verimli olduğu nokta (BEP) dikkate alınarak seçilselerde tesisat karakteristik eğrisiyle ilişkili olarak bu noktanın bir miktar sağında veya solunda çalışacaklardır.

Bu sistemlerle ilgili yükleme profili Tablo 3'te , bu yükleme profiliyle ilişkili olarak ise çalışma noktaları ve referans eğrisi Şekil 7 den görülebilir.

	Debi [%]	Zaman [%]
L_1	110	25
L_2	100	50
L_3	75	25

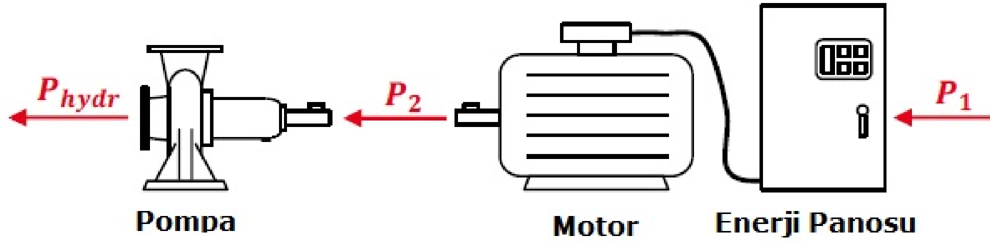
Tablo 3 : Sabit Debili Sistemler İçin Yükleme Profili



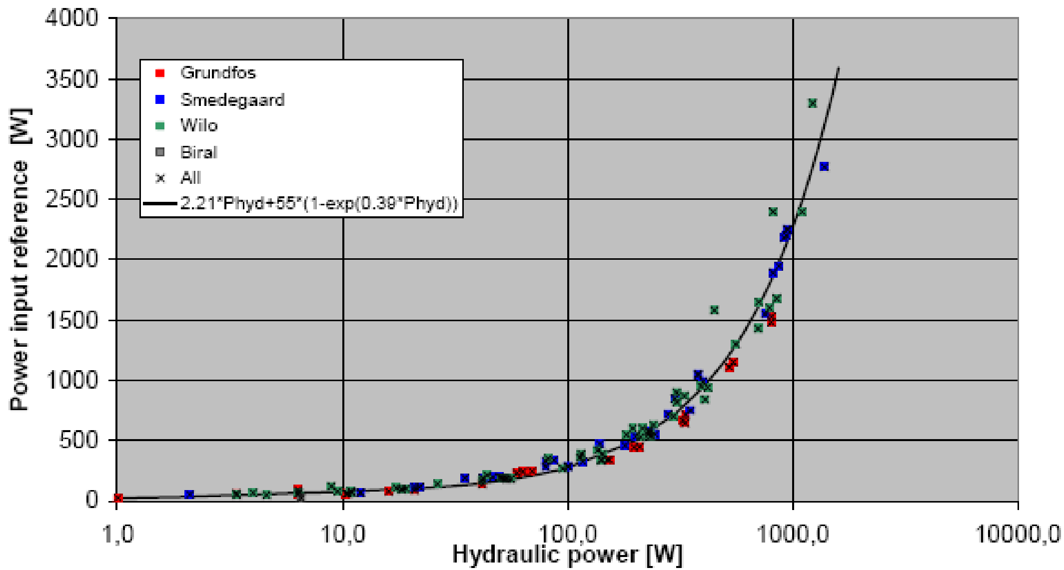
Şekil 7 : Sabit Debili Sistemler İçin Yükleme Noktaları

Genişletilmiş Ürünler (EP) için Enerji Verim İndex (EEI) Hesap Metodolojisi

Öncelikle pompaların yukarıda anlatılan sınıflandırma tekniklerine gore sınıflandırılarak yükleme-zaman profilleri belirlenir. EN1151 'e gore pompaların bu yükleme noktaları için şebekeden çekmiş oldukları güç değerleri hesaplanır. Yükleme noktalarındaki çalışma süreleri dikkate alınarak çalışma süreleri ile çekilen güçler ağırlıklandırılarak ortalama güç hesaplanır (Zamana gore ağırlıklı ortalama) . EEI index'i hesaplanan bu ortalama gücün referans güce bölünmesiyle bulunan birimsiz bir sayıdır.



Pazarda yer alan pompaların ağırlığıyla orantılı olarak meksimum su gücü (**Phyd**) ile maksimum giriş gücü (**P1**) arasında bir grafiksel ilişki kurulur. Grafik üzerinden bu ilişkinin matematiksel modellemesi (formülasyon) yapıldıktan sonra maksimum debi degeri kullanılarak referans güç (**Pref**) değeri hesaplanabilir. Islak rotorlu sirkülasyon pompaları için avrupada yapılmış bir çalışmanın sonuçları örnek olarak incelenebilir.

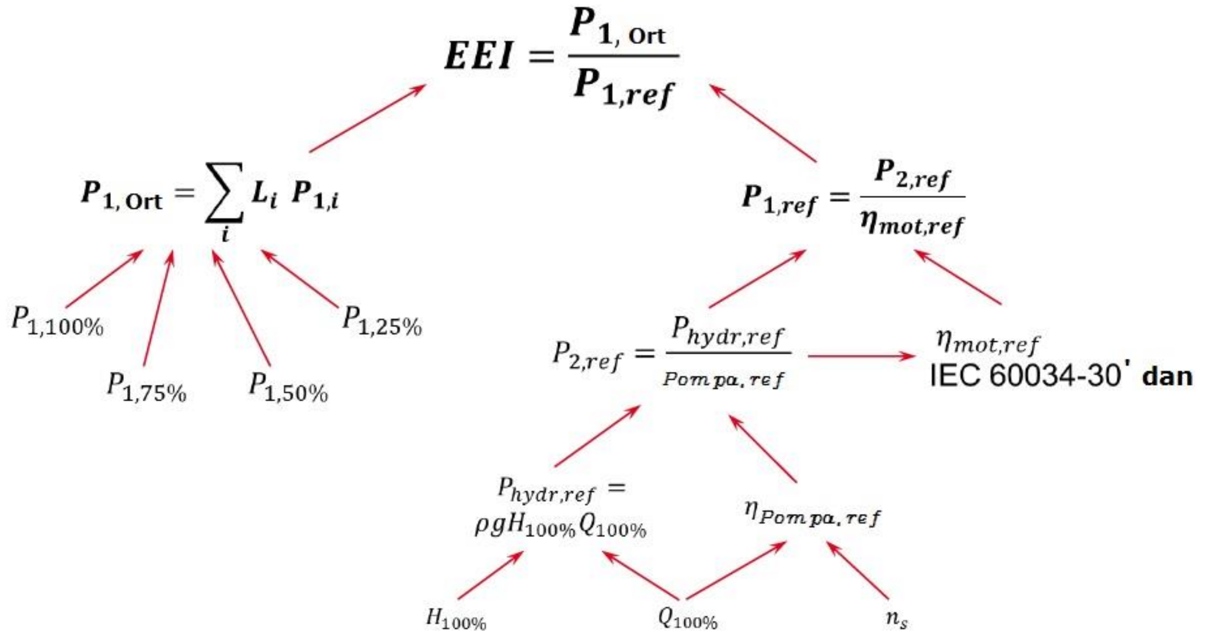


Şekil 8: Pompaların ürettikleri hidrolik güç karşılığı giriş güçlerinin dağılımı

$$P_{ref} = 2.21 \cdot P_{hyd,\max} + 55 \cdot \left(1 - e^{-0.39 \cdot P_{hyd,\max}}\right)[W]$$

$$P_{ref} = 2.21 \cdot P_{hyd,\max} + 55 \, [W]$$

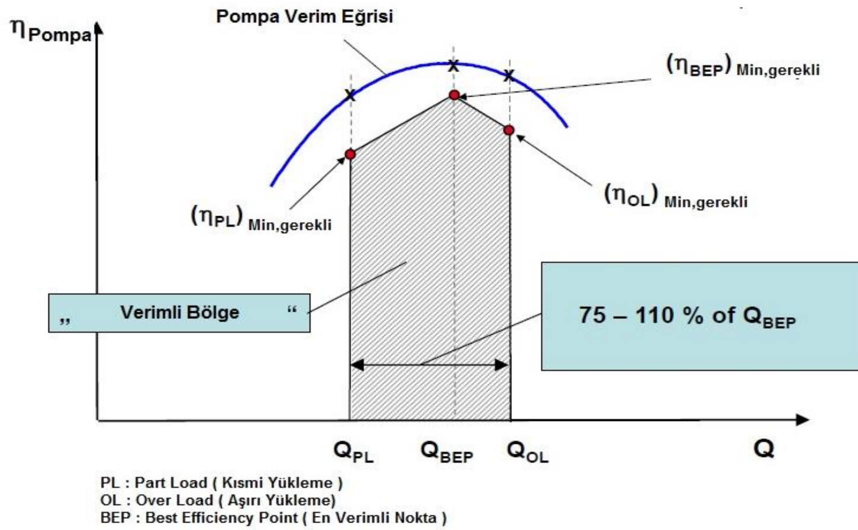
Enerji Verim İndex'i hesap tekniğinin grafiksel gösterimi Şekil 9'da görülebilir.



Şekil 9 : Enerji Verim İndex Hesap Tekniği (Grafiksel)

HOE (House of Efficiency) / Verimli Bölge Yaklaşımı :

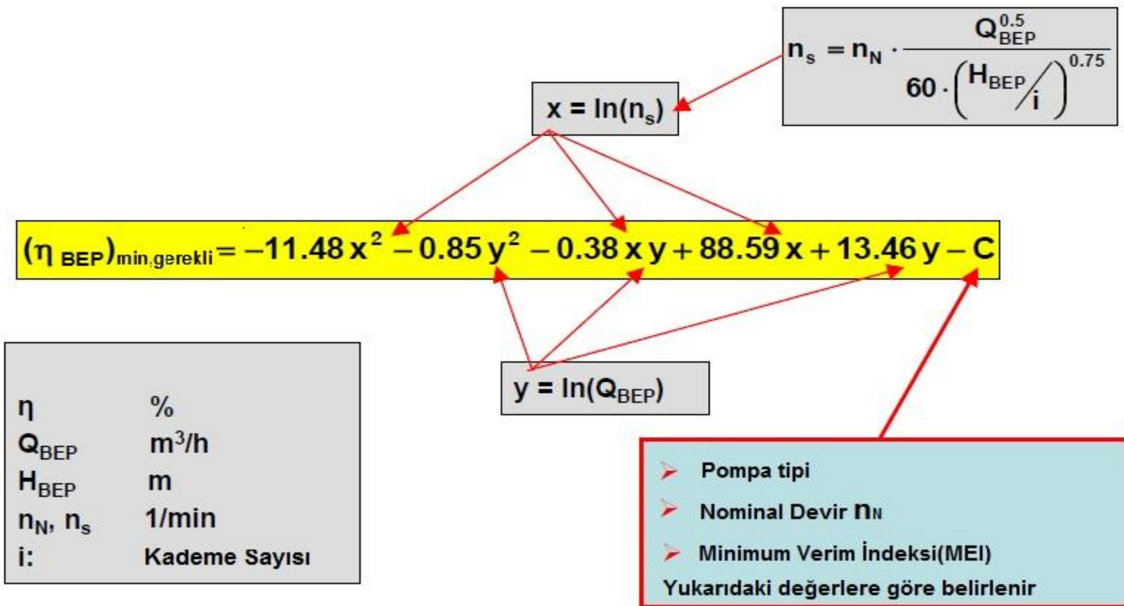
Pompaların genellikle seçildikleri en verimli noktada veya bu noktanın çok yakınında çalıştıkları düşünülür fakat gerçekte bu noktanın çevresinde geniş bir bölgede çalışırlar. (**Q/QBEP)** Bu durumda pompalar için kısmi yükleme **(Q < QBEP)** veya aşırı yüklemeden **(Q > QBEP)** bahsedebiliriz.
Enerji verimliliği ile ilişkili olarak pompaların degerlendirmeleri bu üç **Q/QBEP** noktasındaki verimle ilişkili olarak yapılmaktadır. Bu yaklaşım genel olarak Enerji Vermli Bölge Yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 10 : Pompa Verim Gereklilikleri

Pompalar için minimum gerekli verim değerleri, Avrupa da üreticilere uygulan bir anketle 2.400 pompa üzerinden toplanmış veriler kullanılarak istatiksel bir çalışma sonucunda belirlenmiştir. Benzer bir çalışma ülkemizde yapılsa çok daha farklı bir sonuç ortaya çıkmayacaktır.

Gerekli olan minimum verim değerini hesaplamak için toplanan veriler üzerinden istatistik çalışmalar yapılarak aşağıdaki formülasyon geliştirilmiştir.



Kısmi yükleme ve aşırı yükleme durumları için minimum gerekli verim değeri ise aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanabilir.

$$\left(\eta_{PL}\right)_{min,gerekli} = 0.947 \cdot \left(\eta_{BEP}\right)_{min,gerekli}$$

$$\left(\eta_{OL}\right)_{min,gerekli} = 0.985 \cdot \left(\eta_{BEP}\right)_{min,gerekli}$$

Bu çalışma detayları ve gereklilikler 01.01.2013 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren 547/2012 sayılı regülasyon (düzenleme) ve buna bağlı su pompaları için ekodizayn direktifinde yer almaktadır.

Rotadinamik su pompalarının minimum verimlilik değerleri ile ilgili prosedürler gecici C 402/17 belgesinde tanımlanmış olup doğrulama prosedürüleri 2013 yılı içerisinde yayınlanması planlanmış EN 16480 standartı ile hayata geçirilecektir.

Gerekli Min. Pompa Verim Hesabında Kullanılacak , Pompa Tipi, Özgül Hızı ve Öngörülen MEI değeri için C Değeri Tablosu

C Değeri / MEI — C Değeri Pompa Tipi, Devir	MEI = 0,10	MEI = 0,20	MEI = 0,30	MEI = 0,40	MEI = 0,50	MEI = 0,60	MEI = 0,70
C (ESOB, 1 450)	132,58	130,68	129,35	128,07	126,97	126,10	124,85
C (ESOB, 2 900)	135,60	133,43	131,61	130,27	129,18	128,12	127,06
C (ESCC, 1 450)	132,74	131,20	129,77	128,46	127,38	126,57	125,46
C (ESCC, 2 900)	135,93	133,82	132,23	130,77	129,86	128,80	127,75
C (ESCCI, 1 450)	136,67	134,60	133,44	132,30	131,00	130,32	128,98
C (ESCCI, 2 900)	139,45	136,53	134,91	133,69	132,65	131,34	129,83
C (MS-V, 2 900)	138,19	135,41	134,89	133,95	133,43	131,87	130,37
C (MSS, 2 900)	134,31	132,43	130,94	128,79	127,27	125,22	123,84

Tablo 2: Pompalar için C değeri

Yukarıdaki formülasyonları kullanarak Şekil 11 deki pompa tipleriyle ilişkili pompalar için gerekli minimum verim (MEI) indeksi hesaplanmalı ve bu değerler ilgili direktiflerde yayınlanan MEI değerlerine uygun olmalıdır. Avrupa da üretim yapan tüm pompa üreticilerine üretmiş oldukları pompaların MEI değerlerini hesaplayarak ürün üzerinde tüketicinin bilgisine sunma zorunluluğu getirilmiştir. Özetle MEI değeri ilgili direktife (EU 547/2012) uygun olmayan pompalar piyasaya arz edilememektedir. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından bu direktif Türkiye'ye uyumlaştırıldığı zaman ki çok yakında yayınlanacağını düşünüyoruz , tüm üreticilerimizin benzer çalışmayı kendi ürünleri için yapmaları , uygun olmayan MEI değerine sahip modellerini piyasaya arz etmemeleri gerekecektir.

EU 547/2012 regülasyonuna gore tüm su Pompaları için olması gereken **MEImin** değeri

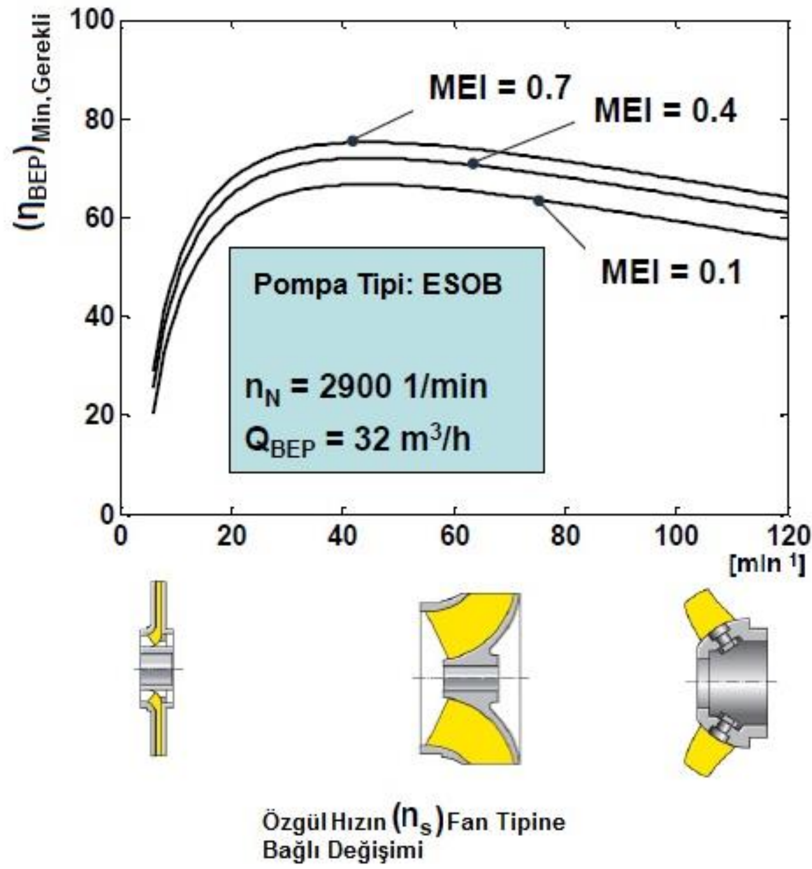
1 Ocak 2013 tarihinden itibaren **MEImin ≥ 0,1**

1 Ocak 2015 tarihinden itibaren **MEImin ≥ 0,4**

ESOB Uçtan Emişli Norm Pompalar	
ESCC Uçtan Emişli Monoblok Pompalar	
ESCCI Hat Tipi Santrifüj Pompalar	
MS Düşey Çok Kademeli Pompalar	
MSS Kademeli Dalgıç Pompalar	

Şekil 11: Pompa Tipleri

Şekil 12 de MEI indeksinin pompa tipiyle ilişkili olarak gerekli minimum verim değeri üzerindeki etkisi daha rahat görülebilir.



Özgül Hızın (n_s) Fan Tipine Bağlı Değişimi

Özetle, artan özgül hızla birlikte öngörülen MEI değeri ile ilişkili olarak gerekli minimum pompa verim değeri ortalama % 5 artmış, dolayısıyla % 5 enerji tasarrufu söz konusu olmuştur. Öngörülen MEI değerleri arttıkça sağlanan enerji tasarrufuda o oranda artacaktır.

Sonuç olarak, tüm bu direktifler kapsamında yapılan değerlendirmeleri dikkate alan geliştirmeler yapıldığında çok ciddi bir miktarda enerji tasarrufu elde edilecektir. Su pompalarında enerji tasarrufu potansiyelinin diğer pompalara gore oldukça yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa Birliğinde yapılmış istatistik çalışmada enerji tasarruf potansiyelinin pompalarda ne denli büyük ve önemli olduğu ortaya konmuştur. (Bkz Tablo 4)

Yıllık Enerji Kullanımı (TWh)	Enerji Tasarruf Potansiyeli (TWh)			Toplam Enerji Kullanımı (TWh)
	Ürün Yaklaşımı	Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı	Sistem Yaklaşımı	
Bağımsız Islak Rotorlu Sirkülasyon Pompaları	7,15	5,85		29
Su Pompaları	5	35	18	137

Boyler Sirkülasyon Pompaları	**6,05**	**4,95**		**24**
Diğer Pompalar			**41**	**110**
Toplam Kazanc	**18,2**	**45,8**	**59**	**300**
Toplam Potansiyel	**123**			

Tablo 4: Su Pompaları için Enerji Tassruf Potansiyeli (Örnek- Avrupa)

Bu noktada sözü yukarda detaylıca bahsedilen değişimle ilgili olarak ısıtma sistemlerinde kullanılan bağımsız ıslak rotorlu sirkülasyon pompalarında yapılan teknolojik geliştirmelere ve bu geliştirmelerin

Türk Pompa ve Vana Sanayicileri Derneği (POMSAD) ve Avrupa Pompa Üreticileri Birliği (EUROPUMP) tarafından sirkülasyon pompalarıyla ilgili düzenlenen çalıştaylar ‘a katılarak ulusal ve uluslar arası temsil/katkı sağlanmıştır. Gerek direktiflerin hazırlanma aşamasında gerek sonrasında T.C Bilim Sanayi ve Teknoloji bakanlığı ile birlikte çalışarak, ve ilgili direktiflerin ülkemize uyumlaştırılması çalışmalarına katılınarak da sürekli gelişim süreci başlatılmıştır. T.C Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ile ilişkili Ar-Ge merkezimizde bu konuyla ilgili bir çalışma grubu oluşturarak YESS (Yüksek Enerji Sınıfı Sirkülasyon Pompaları) projemizi 2009 yılı itibariyle başlattık.

Öncelikli hedefimiz , mevcut sirkülasyon pompalarımızın yayınlanan direktiflere göre enerji seviye/durumlarının tespiti ve iyileştirme çalışmalarının bir an önce başlatılması idi. İlgili bakanlık tarafından 2011 yılında yayınlanan SGM-2011/15 Bağımsız ve Ürünlere Entegre Salmastrasız Devirdaim Pompaları ile ilgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gerekliliklerine Dair Tebliğ ile , teknolojik geliştirme gerekliliği zorunluluk halini almıştır.

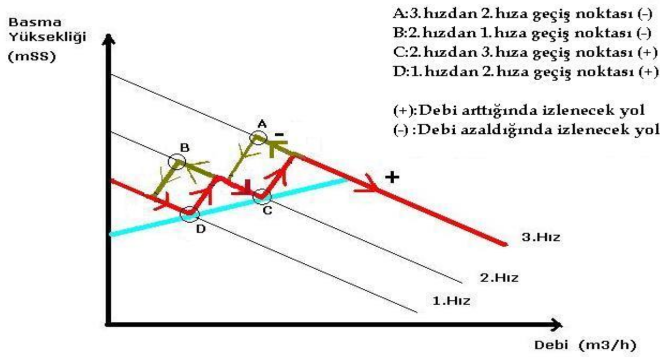
2008 yılında mevcut ıslak rotorlu sirkülasyon pompa teknlojisi



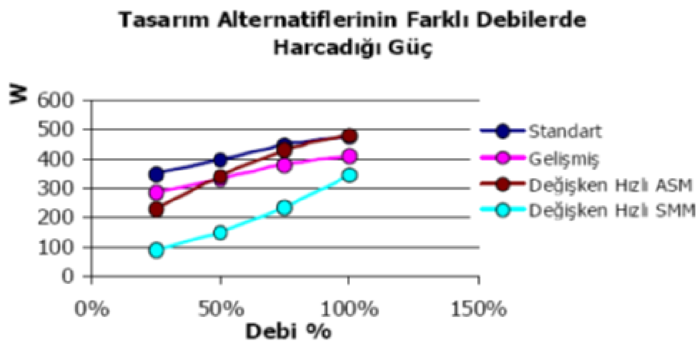
Sabit hızlı veya manuel hız kademesine (3 veya 4 kademeli) sahip bu teknoloji , soğutması ısıtma sistemi içerisinde dolaşan suyun rotor etrafında dolaşması ile yapılan ki ıslak rotorlu adını bu dalaşım

şeklinden almıştır, stator ile rotor arasında sızdırmazlığın ise paslanmaz bir gömlek ile sağlandığı asenkron bir motordan oluşmaktadır. Görüldüğü üzere oldukça basit tasarım olup, tesisat tarafında oluşabilecek hidrolik değişimlere otomatik cevap üretemeyecek bir teknolojidir.

YESS projesi kapsamında , zaman kısıtı nedeni ile öncelikli olarak bu modellerin akabinde yeni ve en son teknolojiyi temsil edecek OPTİMA modellerinin tasarlanması planlanmıştır. HCP modelleri üzerinde yapılan tasarım değişikliği ile pompalara otomatik hız değiştirme özelliği eklenmiştir. Yeni tasarımın temelinde tesisat tarafında oluşacak hidrolik değişikliklerin motor akımları üzerinden izlenmesi ve buna göre pompa kademesinin otomatik olarak yapılması yatmaktaydı. Aşağıdaki grafikten systemin çalışma prensipi daha net olarak görülmektedir.



Bu tasarımla göreceli olarak enerji seviyesi iyileştirilmiş olsada, yeterli olamamıştır. Aşağıtaki grafikten de görüleceği üzere yapılan bu teknolojik değişim % 100 kapasitede hiç bir şey ifade etmezken, % 25 ve % 50 kapasitelerde standart modellere yakın olmakla beraber anlamlı sonuçlar üretmiştir.



Bu aşamadan sonra tek hedef , en başta anlatılan hesap tekniklerine uygun olarak hesaplandığında yayınlanmış olan tebliğin zorunlu kıldığı Enerji Verim Indeksi (EEI) < 0,23 değerini gerçekleyebilecek tasarımın ortaya konması olacakktır. Bu oldukça uzun ve maliyetli bir sürecin

başlangıcı olup yurt içi ve yurt dışı bir çok kaynağın aynı anda seferber edilmesini gerektirecektir.

Yapılacak teknolojik değişikliğin daha iyi anlaşılması açısından bu teknolojinin tasarım hedeflerinden bazılarının paylaşılmasının faydalı olacağını düşünüyorum.

1- Dahili veya harici herhangi bir basınç/debi sensorü kullanmadan tesisat tarafında oluşacak hidrolik değişimleri hassas bir şekilde algılamak ve motor hızını (devrini) elektronik kontrol sistemleri tarafından algılanan değişimlere parallel olarak anlık değiştirebilmek. Yani motora uygulanan frekansı bu doğrultuda değiştirebilmek.
2- Rotor devriyle , elektromanyetik alan devrini , manyetik kayıp oluşmaması adına eşleyebilmek. Yani Asenkron olan motoru , fırçasız daimi mıknatıslı senkron motor olarak tasarlamak.
3- Tüm tasarımları elektromanyetik uyumluluk ve makina yönetmeliklerine uygun yapmak
4- Her parça için ısınmayı control altında tutmak hatta soğutmayı sağlayacak ilave önlemler almak.
5- Pompa çalışırken meydana getirdiği sesin şiddetini, yasal sınırlar altında tutmak.

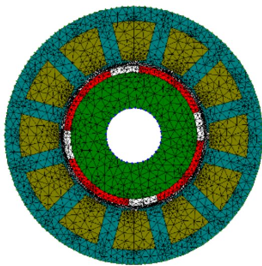
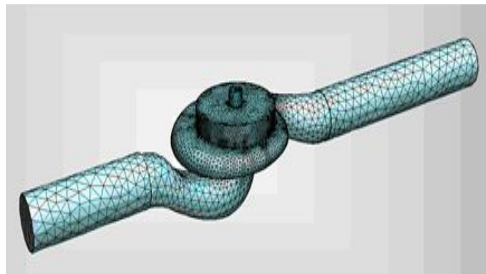
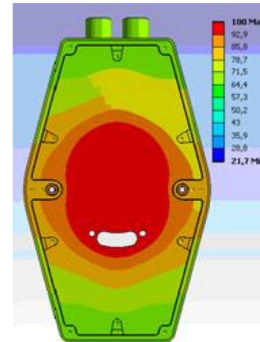
Bu tasarım gerekliliklerinin gerçeklştirilebilmesi için , öncelikli olarak prototip tasarımlarınızın test edilebileceği bir laboratuvarınızın olması gerekmektedir.Sadece bu ürünün tasarımına özel bir Ar-GeLaboratuvarı kurulmuş olup,   bu teknolojinin tasarımında ileri seviye motor tasarım / EMA analiz programları kullanılmıştır.



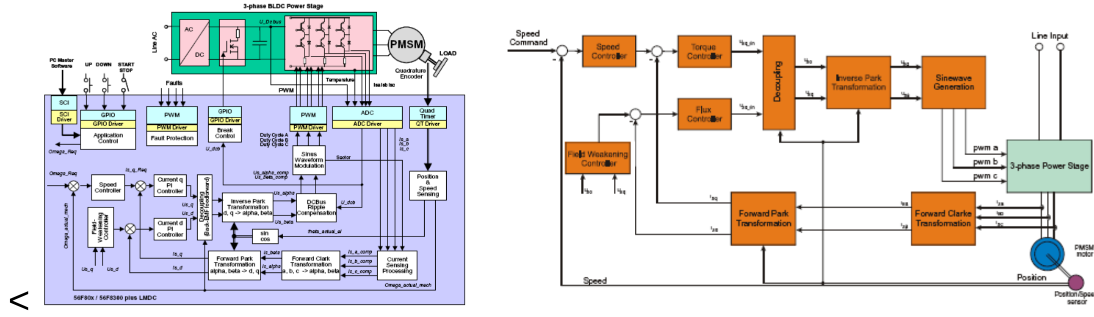




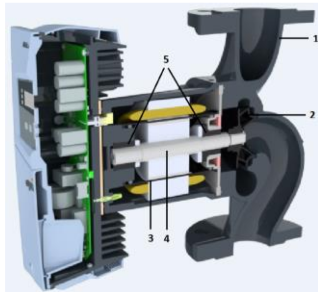


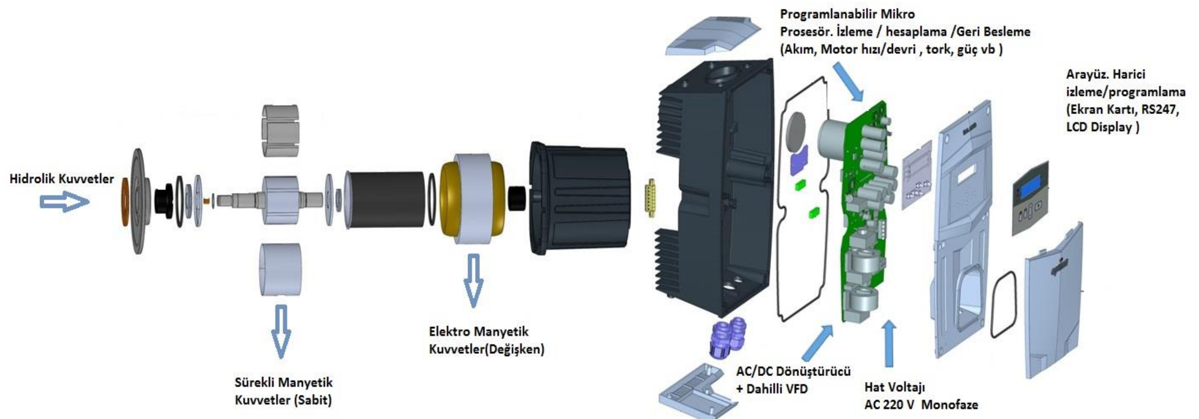
Ayrıca ileri seviye sensörsüz motor hız control yazılımları ile doğrultucu, evirici ..vb güç elektroniği devreleri tasarlanmıştır.

< 

Birbirinden bağımsız yapılan tüm tasarımlar, birleştirilerek prototip pompa üretilmekte, bu pompa laboratuvarda denenerek elde edilen test çıktılarının standart hesap tekniğine göre hedef EEI değerini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmektedir. Sağlayamadığı her durum için tüm tasarımlar sil baştan yapıldığından , büyük bir zaman ve parasal kayba yol açmaktadır. Proje ekibi olarak bir kaç defa en başa döndüğümüzü hatırlıyorum. Bu proje gerçekten çalışanından üst yönetimine kadar çok büyük bir sabır , özveri ve çok yüksek tempolu bir çalışma ile ilerletilebilmiş ancak 2 -3 yılda tamamlanabilmiştir. Laboratuvar ve sahip olduğu teknolojik koşullar TSE tarafından incelenmiş, benzer bir laboratıvarın EEI test /hesaplamalarının ve belgelendirmelerin yapılabilmesi adına TSE ‘de kurulmasına karar verilmiştir.



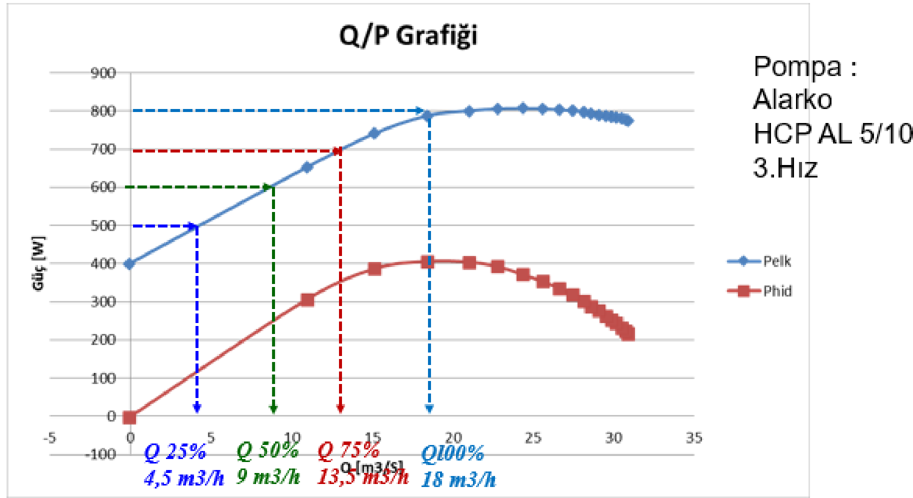




Böylece dünyada sayılı ülke ve pompa firmasının sahip olduğu Sensörsüz Islak Rotorlu Elektronik Komütatörlü Daimi Mıknatıslı AC Senkron Motora sahip sirkülasyon pompa teknolojisi ülkemize kazandırılmış oldu.

Geliştirilen yeni teknoloji ile eski teknoloji arasında enerji tasarrufu açısından farkı gösterebilmek adına bir dizi deney yapılmıştır. Aşağıda eski ve yeni teknolojiye sahip Alarko sirkülasyon pompaların deney sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Alarko Carrier AR-GE laboratuvarında yapılan test sonuçları.
8 mSS ; 18 m3/h

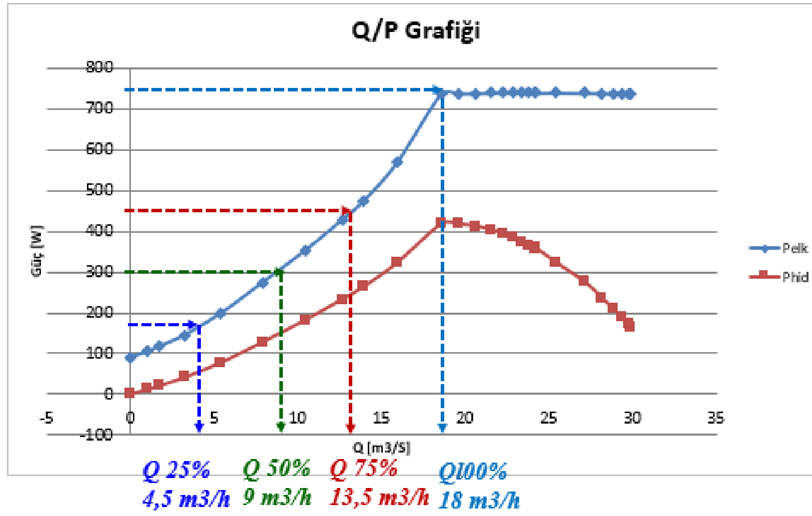


Yıllık Enerji Tüketim Hesabı (3.500 h/yıl)
8 mSS ; 18 m3/h   HCPC AL 5/10

Relative flowQ/Qi oo% [%]	Relative operate time [%]	Pompa Kapasitesi [m3/h]	Yıllık Kullanım [h]	Tüketim Miktarı [kW/h]	Yıllık Tüketim [kW]
100	6	18	210	0,79	165,9
75	15	13,5	525	0,71	372,75
50	35	9	1.255	0,62	778,1
25	44	4,5	1.540	0,50	770,00
Yıllık Toplam Tüketim Miktarı [kW]					2086,75

Şimdi aynı işi yapmak üzere tesisata , eski teknolojiye kapasite olarak muaddil yeni geliştirilen ECM teknolojisine sahip OPTİMA 5/12 modelini bağlayalım ve sonuçları birlikte analiz edelim.

✓ Alarko Carrier AR-GE laboratuvarında yapılan test sonuçları.
8 mSS ; 18 m3/h



Pompa :
Alarko Optima
5/12
Değişken
Basınç Modu

Yıllık Enerji Tüketim Hesabı (3.500 h/yıl)
8 mSS ; 18 m3/h   Optima 5/12

Relative flowQ/Qi oo% [%]	Relative operate time [%]	Pompa Kapasitesi [m3/h]	Yıllık Kullanım [h]	Tüketim Miktarı [kW/h]	Yıllık Tüketim [kW]
100	6	18	210	0,73	153,3
75	15	13,5	525	0,47	246,7
50	35	9	1.255	0,32	401,6
25	44	4,5	1.540	0,17	261,8
Yıllık Toplam Tüketim Miktarı [kW]					1063,4

Aynı işi yaparken iki farklı teknolojinin yılda tükettiği elektiriğin farkının 1023,35 kW gibi çok büyük olması, ısıtma sektöründe kullanılan tüm eski teknolojiye sahip sirkülasyon pompalarının ECM teknolojisine sahip yenileri ile değiştirilebildiğinde muazzam bir enerji tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak ;

- **3.000** adet üç hızlı HCP , HCPO pompalarımıza OKK teknolojisini uyguladığımızda yıllık çalışma süresi olan **5.000** saatin sonunda **2,44 GWh/yıl** enerji tasarruf elde edilecektir.
- **7.000** adet tek hızlı NCP pompalarımıza sabit mıknatıs ve frekans invertör teknolojisi uyguladığımızda , **5.000 saat/yıl** çalışma süresi sonunda **5 GWh/yıl** enerji tasarruf edilecektir.
-

Yazımızın başında enerjinin tüketim noktasına iletimi sırasında oluşan kayıptan bahsetmiştik. “ AB çalışmaları : **Üretilen Enerji / Tüketilen Enerji Oranının 6 / 1** “ olduğunu gösteriyor.

Öyleyse sırasıyla enerjinin kaynagında gerçekleşecek olan tasarruf

- İlk örnek olan OKK (Otomatik Kademe Kontrollü) da : **> 14,64 GWh/yıl**
- Sabit Mıknatıslı Motor + Sürücü uygulamasında > **27 GWh/yıl**

olacaktır.

Bunun ne anlama geldiğini gösterme için aşağıdaki hidrolik santrallerde üretilen enerji miktarlarına bir göz atalım.

- Kiti/Iğdır Yıllık Ortalama Enerji Üretimi 9GWh/yıl
- Kepez II/Antalya Yıllık Ortalama Enerji Üretimi 20GWh/yıl
- Ceyhan/K.Maraş Yıllık Ortalama Enerji Üretimi 20GWh/yıl

Bunun anlamı , yapılan bu geliştirme ile , geçmişte ürettiğimiz pompalarımızın tamamını yeni teknoloji ürünü olan OPTİMA ‘larla değiştirebildiğimizde , ülkemize en az 2 HES kazandırmış yada 2 HES daha az yapılmasını sağlamış olduğumuzdur.



YAZAR

EMİN CÜNEYT BULCA

Y.Makina Mühendisi E.Cüneyt BULCA 1971 ANKARA doğumludur. 1988 Yılında Karşıyaka Gazi Lisesi – Matematik bölümünden mezun olan BULCA, lisans eğitimini 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde, yüksek lisans eğitimini 2010 yılında Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü Pazarlama ve Yönetim alanında tamamlamıştır. Evli ve iki çocuk babası olup , 1998 yılında bünyesine katıldığı Alarko Carrier Sanayi A.Ş' de Su Basınçlandırma Sistemleri Ürün Müdürü olarak görevini sürdürmektedir. Ayrıca Türk Pompa ve Vana Sanayicileri Derneğinde pazarlama komisyon ve yönetim yedek üye olarak aktif görev almakta olan BULCA , Islak Rotorlu Sirkülasyon Pompaları ile ilgili olarak , Avrupa Pompa Birliği (EUROPUMP) standart geliştirme çalışmalarında ve Türkiye için uyumlaştırma çalışmalarında aktif olarak rol almıştır.

KAYNAKLAR

[1] **Energy Savings 2020** , How to triple the impact of energy saving policies in Europe, Bart Wesselink (Ecofys) ,Robert Harmsen (Ecofys) , Wolfgang Eichhammer (Fraunhofer ISI), September 2010 , www.roadmap2050.eu

[2] **European Energy Efficiency Policies** , Paolo Bertoldi, European Commission DG http://www.europump-stresa2012.com/download-europump/07_European_Energy_Efficiency_Policies.pdf

[3] **Extended Product Approach for Pumps** ,A Europump Guide 8 April 2013

http://europump.net/uploads/Extended%20Product%20Approach%20for%20Pumps%20-%20A%20Europump%20guide%20-08APR2013-%20final%20b.pdf

[4] **Product , Extended Product and Systems Approach Developments within the Pump Industry across Europe** ,Steve Schofield Technical Director British Pump Manufacturers Association Limited (Presentation)

[5] **COMMISSION REGULATION (EU) No 547/2012** İmplementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for water pumps.

[6] AEA Energy & Environment Lot 11 - Water Pumps